

VERÔNICA CARNEIRO

**DEBULHA, CLASSIFICAÇÃO EM TAMANHO E ARMAZENAMENTO NA
QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO -PIPOCA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2002

VERÔNICA CARNEIRO

**DEBULHA, CLASSIFICAÇÃO EM TAMANHO E ARMAZENAMENTO NA
QUALIDADE DE SEMENTES DE MILHO -PIPOCA**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Aprovada em 02 de abril de 2002

Prof. Glauco Vieira Miranda
(Conselheiro)

Prof. João Carlos Cardoso Galvão
(Conselheiro)

Prof. Roberto Ferreira da Silva

Dr. Fernando Antônio Pereira da Silva

Prof. Eduardo Fontes Araújo
(Orientador)

“Há homens que lutam um dia, e são bons;
Há outros que lutam um ano, e são melhores;
Há aqueles que lutam muitos anos, e são muito bons;
Porém há os que lutam por toda a vida.
Estes são os imprescindíveis”
(Bertold Brecht)

A Deus,
a meus pais, Carlos e Letícia,
a meus irmãos, Beto e Valéria,
a toda minha família e a meus amigos,
ao Caic,

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida.

Aos meus pais e irmãos, pelo incentivo, carinho, compreensão e confiança.

À toda minha família, pelo constante apoio e confiança.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade em realizar o curso de Mestrado.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Eduardo Fontes Araújo, pela orientação, dedicação, amizade, apoio, incentivo e, principalmente, pela confiança em mim depositada.

Ao professor Glauco Vieira Miranda, pelo apoio, conselhos, sugestões e colaboração na análise estatística dos resultados, mas, principalmente, pela amizade.

Ao professor João Carlos Cardoso Galvão, pela amizade, colaboração, conselhos e conhecimentos transmitidos durante este trabalho.

Ao professor Múcio Silva Reis, pelo apoio, conselhos e pela amizade.

Ao professor Roberto Ferreira da Silva, pela amizade, atenção e sugestões.

Ao Dr. Fernando Antônio Pereira da Silva, pela atenção e pelas sugestões.

Às professoras Denise Cunha F. S. Dias e Eveline Mantovani Alvarenga, pela amizade, apoio e conhecimentos transmitidos durante o curso.

Aos demais professores do Departamento de Fitotecnia da UFV, pela amizade, paciência e conhecimentos transmitidos durante o curso.

Ao Programa Milho[®], pelo apoio na obtenção das sementes em campo, assim como no decorrer deste trabalho.

À Mara, secretária do curso de pós-graduação, pela atenção dispensada.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia da UFV, em especial ao José Eduardo e Marcos, pela paciência, apoio e amizade.

Aos funcionários do Campo Experimental “Prof. Diogo Alves de Mello”, especialmente ao Gino e ao José Roberto, pela presteza e amizade.

À Maria Carmen Bhering, pelo apoio e amizade.

À Andréia e Ricardo, pelo apoio, convivência e, principalmente, pela amizade.

À Flávia e Raquel, pela convivência e preciosa amizade.

À Patrícia, Adriana e Ana Cristina, pelo apoio, paciência e eterna amizade.

Aos inúmeros amigos, que aqui conquistei e que tanto me apoiaram.

A todos que, de algum modo, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito Obrigada!

BIOGRAFIA

VERÔNICA CARNEIRO, filha de Carlos Celestino Carneiro e Letícia Ferreira Carneiro, nasceu em 04 de agosto de 1976, no Rio de Janeiro.

Realizou os cursos primário e secundário no Centro Educacional Fluminense, em São João de Meriti, Rio de Janeiro.

Em março de 1995, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, graduando-se em janeiro de 2000.

Em fevereiro de 2000, ingressou no Programa de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, submetendo-se à defesa de tese em 02 de abril de 2002.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xii
RESUMO	xiii
ABSTRACT	xv
1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	03
3. MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1. Obtenção e debulha das sementes	10
3.2. Classificação das sementes	11
3.3. Armazenamento das sementes	12
3.4. Avaliações das sementes	13
3.4.1. Determinação do grau de umidade.....	13
3.4.2. Avaliação do dano mecânico	13
3.4.3. Teste de germinação (TG)	14
3.4.4. Teste de primeira contagem (PC)	14
3.4.5. Teste de envelhecimento acelerado (EA)	14
3.4.6. Teste de frio modificado (FM)	15
3.4.7. Teste de condutividade elétrica (CE).....	15
3.5. Delineamento experimental e análise estatística.....	15

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
4.1. Peso de 100 sementes e percentagem de retenção em peneiras	16
4.2. Avaliação do dano mecânico.....	17
4.3. Grau de umidade das sementes.....	19
4.4. Qualidade fisiológica das sementes armazenadas na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS).....	21
4.4.1. Germinação.....	21
4.4.2. Vigor.....	24
4.5. Qualidade fisiológica das sementes armazenadas em câmara fria.....	27
4.5.1. Germinação.....	27
4.5.2. Vigor.....	29
5. RESUMO E CONCLUSÕES.....	33
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	35

LISTA DE TABELAS

1. Peso de 100 sementes e percentual de sementes de milho-pipoca, de acordo com o teste de retenção em peneiras..... 16
2. Resumo da análise de variância dos dados de dano mecânico em sementes de milho-pipoca, obtidos pelo teste em tintura de iodo..... 17
3. Resultados médios do teste em tintura de iodo (% de sementes danificadas), de acordo com os tipos de debulha e o tamanho das sementes de milho-pipoca..... 18
4. Grau de umidade das sementes de milho-pipoca (% b.u.), de acordo com a peneira, no início e aos 10 meses de armazenamento em UBS e em câmara fria (CF) 19
5. Médias mensais de temperatura (°C) e umidade relativa (%), registradas no interior da Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Universidade Federal de Viçosa, durante o período de armazenamento das sementes de milho-pipoca..... 21
6. Resumo da análise de variância dos dados dos testes de germinação (G), primeira contagem (PC), envelhecimento acelerado

	(EA), frio modificado (FM) e condutividade elétrica (CE), obtidos para sementes de milho-pipoca armazenadas em UBS	22
7.	Germinação (%) de sementes de milho-pipoca, de acordo com o tamanho das sementes armazenadas em UBS	23
8.	Germinação (%) de sementes de milho-pipoca, de acordo com os tipos de debulha e o período de armazenamento em UBS	24
9.	Vigor de sementes de milho-pipoca, pelos testes de primeira contagem (PC) e condutividade elétrica (CE), de acordo com o tamanho das sementes armazenadas em UBS	25
10.	Vigor de sementes de milho-pipoca pelos testes de primeira contagem (%), envelhecimento acelerado (%), frio modificado (%) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$), de acordo com os tipos de debulha e o período de armazenamento em UBS.....	27
11.	Resumo da análise de variância dos dados dos testes de germinação (G), primeira contagem (PC), envelhecimento acelerado (EA) e frio modificado (FM) obtidos para sementes de milho-pipoca armazenadas em câmara fria.....	28
12.	Germinação (%) de sementes de milho-pipoca, de acordo com os tipos de debulha e o tamanho das sementes armazenadas em câmara fria.....	28
13.	Vigor de sementes de milho-pipoca pelos testes de primeira contagem (%), frio modificado (%) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$), de acordo com os tipos de debulha e o período de armazenamento em câmara fria	30
14.	Vigor (%) de sementes de milho-pipoca pelo teste de primeira contagem, de acordo com o tamanho das sementes armazenadas em câmara fria	31

15.	Vigor (%) de sementes de milho-pipoca pelo teste de envelhecimento acelerado, de acordo com os tipos de debulha e o período de armazenamento em câmara fria.....	32
-----	--	----

LISTA DE FIGURAS

1.	Esquema da pré-limpeza e da classificação das sementes em peneiras	12
2.	Dados em decêndios de temperatura máxima e mínima, registrados no interior da Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) do DFT/UFV, durante o período de armazenamento das sementes de milho-pipoca.....	20
3.	Dados em decêndios de umidade relativa do ar máxima e mínima, registrados no interior da Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) do DFT/UFV, durante o período de armazenamento das sementes de milho-pipoca.....	20

RESUMO

CARNEIRO, Verônica, M. S., Universidade Federal de Viçosa, abril de 2002.

Debulha, classificação em tamanho e armazenamento na qualidade de sementes de milho-pipoca. Orientador: Eduardo Fontes Araújo.

Conselheiros: Glauco Vieira Miranda, João Carlos Cardoso Galvão e Múcio Silva Reis.

Trabalhando com a população de sementes de milho-pipoca DFT 2 (ciclo de seleção 1), procurou-se avaliar os efeitos da debulha e da classificação em tamanho na qualidade fisiológica das sementes, durante o armazenamento em dois ambientes. As sementes, com umidade inicial de 12% (b.u.), foram submetidas à debulha manual e à debulha mecânica por meio de debulhador estacionário com rotação do cilindro de aproximadamente 250 rpm. Após a debulha, as sementes foram classificadas de acordo com o tamanho por meio de peneiras. Foram determinados a percentagem de retenção nas peneiras e o peso de 100 sementes. Os tratamentos para avaliação dos danos mecânicos e da qualidade fisiológica das sementes foram compostos por sementes retidas em peneira de crivo oblongo nº12/64 x 3/4", sementes retidas em peneiras de crivos redondos de nº13, nº14 e nº 15/64" e a testemunha. As sementes foram, então, expurgadas e armazenadas em câmara fria e UBS (Unidade de Beneficiamento de Sementes) durante um período de 10 meses. As avaliações da qualidade fisiológica das sementes (testes de germinação,

primeira contagem, frio modificado, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica) foram realizadas no início e aos 10 meses de armazenamento, bem como a determinação do grau de umidade. O dano mecânico foi determinado pelo teste em tintura de iodo a 4%, no início do armazenamento. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com parcelas subdivididas em esquema fatorial 2 X 5, com quatro repetições. Os resultados mostraram que a debulha mecânica, com velocidade do cilindro debulhador de aproximadamente 250 rpm, teve efeito prejudicial na germinação e no vigor de sementes de milho-pipoca. As sementes sem classificação (testemunha) foram as mais danificadas mecanicamente, seguidas das sementes redondas (peneira oblonga 12) que obtiveram resultado intermediário em relação às achatadas (peneira 13, 14 e 15). As sementes de milho-pipoca mantiveram sua qualidade fisiológica, durante 10 meses, quando armazenadas a $10^{\circ}\text{C} \pm 2$ e $75\% \pm 5$ de U.R.; entretanto, seu vigor foi reduzido, quando armazenadas em condições não-controladas de armazém em Viçosa. Os efeitos da debulha mecânica e das condições de armazenamento, na germinação e no vigor, não dependeram do tamanho das sementes, dentro das condições estudadas.

ABSTRACT

CARNEIRO, Verônica, M. S., Universidade Federal de Viçosa, april 2002.

Threshing, size classification and storage on popcorn seeds quality.

Adviser: Eduardo Fontes Araújo. Committee Members: Glauco Vieira Miranda, João Carlos Cardoso Galvão and Múcio Silva Reis.

The objective of this research was to evaluate the effect of threshing and classification in size on the physiological quality of popcorn seeds population DFT 2 (selection cycle 1), during storage in two different environments. The seeds, with 12% of initial moisture content (wet basis), were submitted to manual or mechanical threshing, using a stationary thresher with cylinder rotation of approximately 250 rpm. After threshing, the seeds were classified in size using sieves with different meshes and were obtained the percentage of retention in the sieves and the weight of 100 seeds. To evaluate the mechanical damage and the physiological quality of the seeds, we tested the following treatments: seeds retained in oblong-holed sieve number 12/64 x 3/4", seeds retained in round-holed sieves number 13, 14 and 15/64" and the control. The seeds were, then, purged and stored in cold chamber or conventional store (Seed Processing Unit) in Viçosa Federal University for a period of 10 months. The evaluations of seed physiological quality (germination test, first count germination, modified cold, accelerated aging and electrical conductivity), as well as the determination of the moisture content, were

accomplished in the beginning and after 10 months of storage. The mechanical damage was evaluated by the 4% iodine dye test, in the beginning of storage. The factorial experiment 2×5 was arranged in a completely randomized design with four replications. The results showed that mechanical threshing had harmful effect on germination and vigor of popcorn seeds. The seeds without size classification (control) were the most damaged mechanically, followed by round seeds (oblong-holed sieve 12) that obtained an intermediate result in relation to flat ones (round-holed sieve 13, 14 and 15). The popcorn seeds maintained their physiological quality for 10 months when stored under $10^{\circ}\text{C} \pm 2$ and $75\% \pm 5$ RH; however, their vigor was reduced when stored under the uncontrolled conditions of the conventional store in Viçosa. The effects of mechanical damage and storage conditions on germination and vigor were not related to seed size.

1. INTRODUÇÃO

Pertencente à espécie *Zea mays* L., o milho-pipoca tem sua origem bastante discutida; acredita-se que seja nativo das Américas, tendo como centro de origem a América do Sul e América Central (GAMA, 1990). O milho-pipoca tem sua produção voltada para o consumo humano, sendo uma eficiente fonte de calorias e constituindo-se numa boa opção econômica para os produtores, em razão do crescente consumo de pipoca no País.

Uma das características mais importantes do milho-pipoca, e que o difere dos demais tipos, é a capacidade de seus grãos em estourar quando aquecidos, denominada capacidade de expansão, estimada pela relação entre o volume de pipoca obtido e o volume de grãos utilizados. A expansão ocorre devido à resistência do pericarpo, associado aos teores de água e óleo do grão. Quando submetido ao calor, o amido expande, aumentando gradualmente a pressão interna, mantida pelo pericarpo, até que ocorra a explosão (RUFFATO, 1998). Daí a grande importância de se ter o pericarpo íntegro, uma vez que é essa estrutura que suporta a elevada pressão e temperatura. Se no pericarpo existem fendas ou trincas, a pressão ideal não poderá ser atingida e, conseqüentemente, a pipoca não se expandirá totalmente (HOSENEY et al., 1983).

Importante insumo na implantação da cultura, a semente destaca-se como relevante fator na garantia da produtividade das lavouras e no resultado econômico da atividade agrícola (OLIVEIRA et al., 1997).

A qualidade fisiológica de uma semente é determinada por seu genótipo, e está associada às condições ambientais em que foi produzida e armazenada, bem como às tecnologias de produção, colheita, secagem, beneficiamento e comercialização (MARINCEK, 2000). Dessa forma, a colheita e o beneficiamento podem provocar danos à qualidade fisiológica das sementes de milho-pipoca e/ou à sua capacidade de expansão. É importante que os cuidados, normalmente tomados com a finalidade de minimizar os problemas de baixa germinação, vigor e capacidade de expansão, provocados por danos mecânicos, sejam também observados, mesmo quando o produto final se destinar exclusivamente ao consumo (PACHECO et al., 1996).

Uma etapa importante no processamento de sementes de milho comum, e também de milho-pipoca, é a debulha mecânica. Durante esta etapa, os danos mecânicos poderão comprometer a qualidade fisiológica das sementes. O impacto, a abrasão e o cisalhamento, que normalmente ocorrem por ocasião da debulha, constituem fatores altamente deletérios à qualidade das sementes de milho, causando, de imediato, danos físicos, queda na germinação e no vigor, podendo ainda ocorrer danos internos que, mesmo não sendo visíveis, podem afetar a qualidade das sementes, durante o armazenamento (BORBA et al., 1995).

Ainda em relação à qualidade das sementes, tem-se a uniformidade de tamanho como atributo importante no aspecto visual para comercialização e essencial para regulação das semeadoras (LIMA, 1996).

Durante o armazenamento, a preservação da qualidade da semente não é absoluta. A melhor e mais eficaz medida para o bom armazenamento consiste em utilizar sementes com elevada pureza genética e física e com alto vigor (POPINIGIS, 1985). As condições do ambiente de armazenamento são fundamentais para manter as sementes viáveis por períodos mais prolongados.

Na literatura, são escassos os trabalhos sobre sementes de milho-pipoca em relação à debulha, à classificação e ao armazenamento. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da debulha e da classificação em tamanho de sementes de milho-pipoca na sua qualidade fisiológica, durante o armazenamento em diferentes ambientes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No continente americano encontra-se o maior número de variedades de milho-pipoca. Várias teorias são formuladas sobre sua origem, e, segundo uma delas, ele originou-se do “teosinte” (*Zea mays*) por seleção direta feita pelo homem. Porém, todas as hipóteses até hoje elaboradas carecem de confirmações. As constantes associações dos materiais pré-históricos localizados, com o milho-pipoca ou caracteres comuns a ele, confirmam que este tipo de milho participou, de forma marcante, da formação da espécie *Zea mays* L. (GAMA et al., 1990).

A principal característica, que diferencia o milho-pipoca de todos os outros tipos de milho, é a capacidade que seus grãos têm de estourar quando submetidos ao calor. Esta característica é denominada capacidade de expansão. Sabe-se que também grãos de milho comum do tipo duro podem estourar, embora de maneira muito reduzida. Porém, somente o milho-pipoca oferece, após “estourado”, características que o tornam muito apreciado em razão de sua maciez e sabor (ZINSKY e MACHADO, 1987; ZIEGLER e ASHMAN, 1994).

No Brasil, nota-se aumento no consumo em razão da chegada, no País, de milho-pipoca importado dos Estados Unidos, para uso em fornos de microondas. Como a demanda do consumo é fator determinante nos agronegócios, o cultivo do milho-pipoca tende a expandir-se em razão do crescente consumo, tendo em vista que a produção no País não tem capacidade para competir com os produtos importados. Para isso, conta com

alguns fatores favoráveis, como a possibilidade de a cultura ser mecanizada, embora seja mais exigente em termos de qualidade, quando comparada com a do milho comum, e seu valor comercial ser, no mínimo, três vezes superior ao do milho comum, conforme comentado por MACHADO (1997).

A comercialização dos grãos é feita por peso e uma proporção do produto final é vendida pelo volume. Por isso, a capacidade de expansão da pipoca é um dos fatores mais importantes, quando se faz referência à sua qualidade.

Segundo NASCIMENTO e BOITEUX (1994), a variedade comercial de milho-pipoca deve apresentar um valor de capacidade de expansão superior a 15 mL/mL (volume de pipoca obtido/volume de grãos utilizados para estourar), abaixo do qual a pipoca apresenta-se pouco macia e muitos grãos sem estourar.

Diante da importância que as sementes representam à implantação de qualquer cultura, tornam-se necessários mais estudos no sentido de obter sementes de melhor qualidade, visando minimizar os problemas gerados durante as fases de produção e beneficiamento.

Os danos mecânicos causados por ação de agentes físicos em sementes de milho são apontados como sendo uma das causas principais da redução de sua qualidade. De acordo com CARVALHO e NAKAGAWA (2000), a injúria mecânica, juntamente com a mistura varietal, é mencionada como sendo os mais sérios problemas na produção de sementes. É consequência, na maioria das vezes, da mecanização das atividades agrícolas, tomando-se, então, problema quase inevitável.

Segundo BEWLEY e BLACK (1994), as injúrias mecânicas são causadas por agentes físicos durante os processos colheita, beneficiamento, armazenamento, transporte e plantio, resultando abrasões, trincas, rachaduras e quebras, que estão diretamente relacionados com reduções em germinação, emergência e vigor, bem como com o potencial de armazenamento das sementes. Além disso, as injúrias mecânicas apresentam efeitos cumulativos, ou seja, durante o processo de colheita e beneficiamento, os danos causados por impacto anterior somam-se aos do novo impacto e, com isso, a semente torna-se cada vez mais sensível às injúrias mecânicas.

Além de apresentarem efeitos imediatos na viabilidade e no vigor das sementes, os danos mecânicos as predispõem à deterioração mais rápida,

proporcionando maior percentual no número de plântulas fracas e anormais, maior susceptibilidade a microrganismos, maior sensibilidade aos fungicidas e redução do potencial de armazenamento (BRUGGINK et al., 1991). Segundo DELOUCHE (1967), as sementes danificadas deterioram-se mais rapidamente no armazenamento ou ficam mais sensíveis às condições de campo adversas, logo após a semeadura.

A debulha mecânica é um processo normalmente realizado com alto grau de impacto e extrema abrasividade, ocorrendo danos mecânicos na semente e, conseqüentemente, comprometendo sua qualidade.

Segundo PUZZI (1989), grãos quebrados e trincados contribuem significativamente para a deterioração do produto armazenado, pois, afetam a qualidade das sementes, reduzindo consideravelmente seu poder germinativo e vigor, apresentando condições favoráveis ao ataque de insetos e desenvolvimento de fungos.

BASRA (1994) afirma que o efeito dos danos depende do tipo de semente, da forma, do tamanho, da espessura da camada protetora, da estrutura e posição do embrião, dentre outros fatores como a umidade da semente.

Estudando a quebra de sementes de milho comum, induzida pela debulha mecânica em laboratório, simulando as condições de campo, HALL e JOHNSON (1970) reportaram que a quebra de sementes aumentou com o aumento na velocidade do cilindro debulhador. BORBA et al. (1994) comentam que outros autores encontraram índices de sementes não-danificadas de 95, 70 e 47%, quando as sementes foram colhidas e debulhadas manualmente, colhidas manualmente e debulhadas com máquina e colhidas e debulhadas com máquina, respectivamente, demonstrando, assim, os efeitos dos agentes físicos.

RUFFATO (1998) cita que, de acordo com a literatura, as fissuras no pericarpo das sementes de milho comum aumentam, consideravelmente, em velocidades entre 350 e 600 rpm do cilindro debulhador; as rachaduras internas acentuam-se, quando se usam velocidades acima de 450 rpm.

BORBA et al. (1994) verificaram que sementes de milho comum, debulhadas com as velocidades do cilindro debulhador de 400 e 500 rpm, apresentaram percentuais de danos mecânicos significativamente menores do que aqueles ocorridos quando as sementes foram debulhadas em velocidades

maiores do cilindro debulhador (600 e 700 rpm). Porém, esses danos não influenciaram a germinação das sementes, provavelmente pelo fato de mais de 94% dos danos observados terem sido apenas superficiais. Porém, em relação ao vigor, as velocidades de 400 e 500 rpm proporcionaram os maiores percentuais, que diferiram significativamente dos percentuais apresentados pelas sementes de milho debulhadas em rotações maiores.

No caso específico do milho-pipoca, além do efeito deletério da debulha mecânica na qualidade fisiológica das sementes, existe a questão da danificação do pericarpo, o que acarretaria a diminuição da capacidade de expansão da pipoca, uma vez que essa capacidade é devido à resistência dessa estrutura, associada ao teor de água e óleo do grão (ZINSKY e MACHADO, 1987).

O tamanho da semente, em muitas espécies, é indicativo de sua qualidade fisiológica. POPINIGIS (1985) cita que, dentro do mesmo lote, as sementes pequenas apresentam menor germinação e vigor do que as sementes de tamanho médio e grande. Porém, os resultados dos trabalhos de pesquisa não são conclusivos quanto a este aspecto, sendo que essas diferenças nos resultados obtidos, segundo LIMA (1996), podem estar relacionadas à metodologia utilizada e às condições experimentais. O tamanho das sementes tem efeito significativo em diversas características, tais como vigor e germinação, produtividade, armazenamento e injúria mecânica, sendo este aspecto muito controverso e requerendo mais estudos voltados para os diferentes componentes de desempenho tanto da semente quanto da planta resultante.

ANDRADE et al. (1998) relatam que, os resultados encontrados na literatura quanto ao tamanho de sementes de milho são inconsistentes e, em muitos casos, conflitantes. SCOTTI e KRZYZANOWSKI (1977), testando três classes de tamanho de sementes e utilizando quatro cultivares de milho, concluíram que as sementes grandes apresentaram maiores taxas de germinação e vigor em testes de laboratório, porém, tais diferenças não se manifestaram no campo. SHIEH e MCDONALD (1982), também estudando sementes de milho, verificaram diferença significativa quanto à influência do tamanho da semente sobre o vigor, sendo que as sementes menores germinaram mais rapidamente, provavelmente por terem completado o processo de embebição mais rapidamente, porém, este efeito não foi notado

para a germinação e emergência em campo, confirmando que o tamanho das sementes não altera, significativamente, a emergência final em campo. Outros autores (CAMERON et al., 1962; SILVA e MARCOS FILHO, 1982; SCOTTI e SILVEIRA, 1977 e VON PINHO et al., 1995) encontraram diferenças significativas somente no estágio de plântulas e no desenvolvimento inicial das plantas, em favor das sementes maiores. MARTINELLI-SENEME et al. (2001), estudando os efeitos da forma e do tamanho de sementes de milho, não verificaram influência destas sobre o desenvolvimento e produtividade das plantas.

SADER et al. (1991) verificaram que, em amendoim, quanto maior o tamanho das sementes maior o grau de injúrias sofrido por elas, resultando numa diminuição na percentagem de sementes puras, germinação, vigor e viabilidade. SINGB (1976) afirma que cultivares de soja, que produzem sementes pequenas e de menor peso, apresentam menor dano mecânico na colheita e beneficiamento.

Segundo CARVALHO e NAKAGAWA (2000), as sementes de maior tamanho, ou aquelas que apresentam maior densidade, são as que possuem, normalmente, embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas, potencialmente as mais vigorosas. A maior quantidade de reservas aumenta a probabilidade de sucesso no estabelecimento da plântula (HAIG e WESTOBY, 1991), pois, permite a sobrevivência por maior tempo em condições ambientais desfavoráveis. Porém, estudos realizados com sementes de milho e soja demonstraram que o peso e o tamanho das sementes não influenciaram os resultados de testes, conduzidos em laboratório, nem o desempenho de plântulas no campo (SILVA e MARCOS FILHO, 1982).

MARTINELLI-SENEME et al. (2000), estudando os efeitos de diferentes formas e tamanhos na qualidade de sementes de milho, verificaram que as sementes achatadas eram mais vigorosas do que as redondas; entretanto, não foi verificada influência do tamanho na qualidade das sementes achatadas.

Em relação à forma das sementes, alguns estudos relatam que as sementes achatadas são superiores às redondas quanto à germinação (SHIEH e MCDONALD, 1982). Segundo CARVALHO e NAKAGAWA (2000), nas sementes redondas, o eixo embrionário ocupa uma posição muito exposta,

facilitando o dano. O efeito da injúria pode causar a morte da semente ou rachaduras no pericarpo, reduzindo seu vigor.

A classificação das sementes de milho no beneficiamento, com o auxílio de peneiras com crivos de diferentes tamanhos e formatos, é de grande importância, oferecendo, ao mercado consumidor, produto homogêneo que facilita a regulação de semeadoras e proporciona distribuição mais uniforme das sementes no sulco da semeadura (VON PINHO et al., 1995). Esta necessidade de uniformização das sementes, dentro do mesmo lote, é verificada também para o milho-pipoca, em que as peneiras mais utilizadas comercialmente dependem do cultivar, sendo geralmente utilizadas as peneiras de número 13 e 14/64” (crivo redondo).

Sementes de milho podem suportar o armazenamento por longos períodos de tempo, sem perdas significativas de qualidade, bastando, para isso, que medidas de prevenção sejam adotadas desde a pré-colheita. No armazenamento, elas estão sujeitas à deterioração em virtude das interações entre os aspectos físicos, químicos e biológicos, representados principalmente pela temperatura, umidade, disponibilidade de oxigênio, microrganismos, insetos, roedores e pássaros (SANTOS e MANTOVANI, 1997).

O objetivo básico do armazenamento é manter o nível de qualidade das sementes. Após beneficiadas, as sementes são armazenadas até serem comercializadas ou utilizadas para semeadura.

A taxa à qual a semente de milho deteriora-se no armazenamento é influenciada por diversos fatores, ou seja, teor de água, temperatura, tempo de armazenamento, condições da semente, número e local da injúria no pericarpo das sementes, dentre outros. Estes fatores devem ser considerados conjuntamente. Isto explica por que lotes, inicialmente com características semelhantes, apresentam qualidade de semente diferente, após o armazenamento (HARRINGTON, 1972).

ARAÚJO et al. (2000), estudando a qualidade fisiológica de sementes de milho danificadas durante a colheita e o armazenamento, verificaram que aos oito meses foi evidenciada a superioridade dos lotes colhidos, manualmente, em relação aos colhidos mecanicamente.

Na literatura, são escassos os trabalhos que correlacionam o tamanho e o formato da semente de milho com o armazenamento. VON PINHO et al. (1995) avaliaram o efeito do tamanho de sementes de milho sobre seu

potencial de armazenamento e constataram que as de menor tamanho apresentavam-se com menor vigor, a partir do quarto mês de armazenamento.

Trabalhos realizados por CARVALHO et al. (1980), relacionando o tamanho de sementes de soja e o potencial de armazenamento, demonstraram que, dependendo do cultivar, pode ocorrer efeito do tamanho da semente sobre o seu potencial de armazenamento, sendo que quanto maior a semente, maior este potencial.

ANDRADE et al. (1998), estudando a influência do tamanho e da forma de sementes de dois híbridos de milho na qualidade fisiológica durante o armazenamento, concluíram que os diferentes tamanhos e formas de sementes dos dois híbridos testados apresentaram, após 15 meses, bom potencial de armazenamento para as condições testadas. Concluíram também que sementes provenientes da peneira 24 (achatadas) do híbrido BR201 e peneira 18 (redondas) do híbrido BR205 apresentaram qualidade fisiológica inferior àquelas provenientes das demais peneiras (sementes menores), após o armazenamento, quando comparadas entre si e para o mesmo híbrido.

As sementes de milho-pipoca perdem o poder de germinação após dois ou três anos de armazenamento, porém não ocorre perda na capacidade de expansão, não estando, esta característica, associada ao poder de germinação (RUFFATO, 1998). Segundo ZINSKY e MACHADO (1987), as sementes de milho-pipoca conservam sua capacidade de expansão por período de 15 a 20 anos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no campo experimental “Prof. Diogo Alves de Mello”, na Unidade de Beneficiamento de Sementes e,ou câmara fria do Departamento de Fitotecnia e no Laboratório de Pesquisa de Sementes também do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, onde as sementes foram obtidas, armazenadas e analisadas, respectivamente.

3.1. Obtenção e debulha das sementes

Foi utilizada a população de milho-pipoca DFT 2 (ciclo de seleção 1) de polinização aberta, ciclo precoce, grãos amarelos, tipo americano, pertencente ao “Programa Milho”[®] da Universidade Federal de Viçosa. As sementes, com umidade inicial de, aproximadamente, 12% b.u., foram colhidas e separadas em dois lotes, sendo um desses lotes submetido à debulha mecânica por meio de debulhador estacionário manual de cilindro dentado, com rotação de aproximadamente 250 rpm e o outro submetido à debulha manual, propriamente dita.

3.2. Classificação das sementes

As sementes foram classificadas de acordo com o tamanho, por meio de peneiras. Primeiramente, foi realizada uma pré-limpeza utilizando-se a peneira de crivos redondos 18/64" para retirada de impurezas mais grosseiras, e, da peneira de crivos redondos 13/64" para eliminação de impurezas menores e restos de sementes. Desse lote previamente limpo, foi separada uma amostra que constituiu a testemunha (sementes sem classificação). Em seguida, foi realizada a classificação segundo a espessura das sementes, utilizando-se peneira de crivo oblongo 12/64 x 3/4" para separação das sementes arredondadas, que constituíram outro tratamento. O lote com as sementes achatadas foi, então, classificado segundo o tamanho dessas sementes (de acordo com a largura), utilizando-se peneiras de crivo redondo, variando da peneira de nº 17 até a peneira 13/64". As sementes retidas em cada peneira foram separadas, constituindo diversas amostras. Foi determinada a percentagem de retenção nas peneiras, utilizando-se quatro repetições para debulha manual e debulha mecânica, apresentando-se os resultados médios. Para o cálculo do peso de 100 sementes, foram utilizadas três subamostras para cada repetição de debulha manual e mecânica, apresentando-se os resultados médios.

Para avaliação da qualidade das sementes, os tratamentos foram compostos pelas sementes retidas em peneira de crivo oblongo nº 12, sementes retidas em peneiras de crivos redondos de nº 13, nº 14 e nº 15/64" e a testemunha (lote original, sem classificação). As sementes retidas nas peneiras nº 16 e 17/64" não foram utilizadas na análise estatística, pelo fato de constituírem pequena quantidade e, portanto, não serem suficientes para condução completa do experimento. Outro fato também levado em conta foi que a faixa de tamanho comercial, considerada para sementes de milho-pipoca, é a de 13 a 15/64". Na Figura 1, encontra-se o esquema de como foi realizada a classificação, estando os tratamentos utilizados, para avaliação da qualidade das sementes, assinalados com asterisco.

3.3. Armazenamento das sementes

Antes do armazenamento, as sementes foram submetidas ao expurgo com produto à base de fosfina por 72h, em volume equivalente a uma pastilha (3g de produto para 1g de princípio ativo) para cada 200L. As sementes foram devidamente ensacadas em embalagem permeável e, então, armazenadas em dois ambientes, ou seja, câmara fria a $10^{\circ}\text{C} \pm 2$ e $75\% \pm 5$ de U.R. e armazém convencional (UBS - Unidade de Beneficiamento de Sementes), localizado no campus da Universidade Federal de Viçosa, por um período de 10 meses, compreendido entre outubro de 2000 e agosto de 2001. As condições de temperatura e umidade relativa da UBS não foram controladas, porém registradas por meio de termohigrógrafo, localizado no interior do armazém.

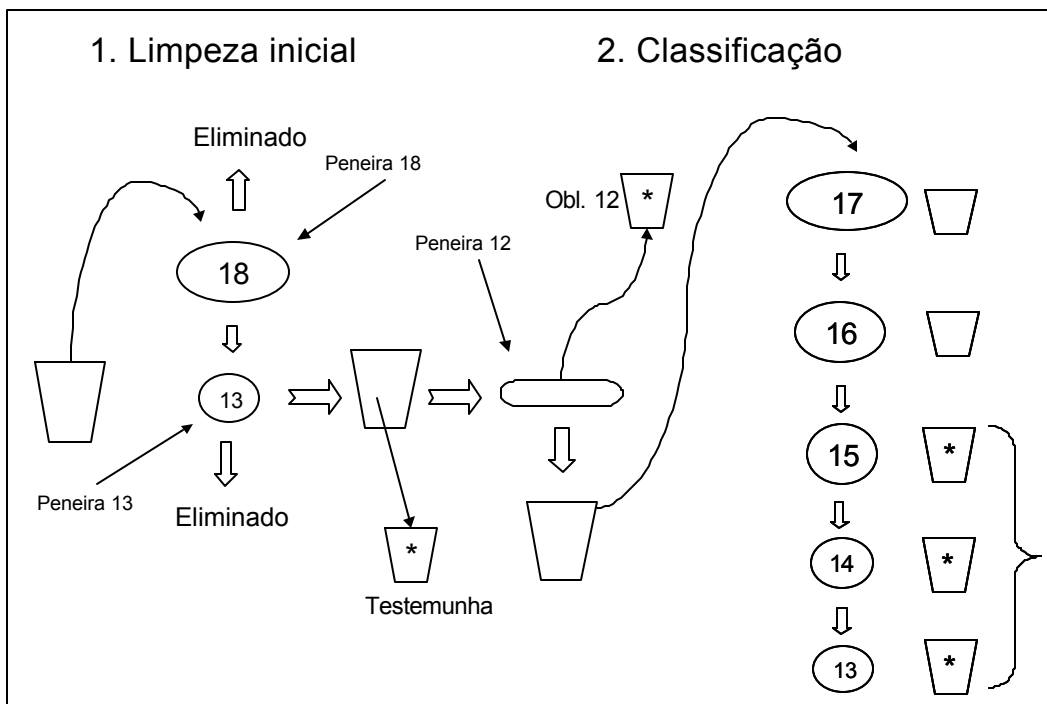


Figura 1. Esquema da pré-limpeza e da classificação das sementes em peneiras.

* tratamentos utilizados nos testes de qualidade.

3.4. Avaliações das sementes

As avaliações da qualidade das sementes foram realizadas no início e aos 10 meses de armazenamento, para os dois ambientes, com exceção da avaliação do dano mecânico, que foi realizada apenas no início, considerando-se que esta característica não altera durante o armazenamento.

3.4.1. Determinação do grau de umidade

Foi utilizado o método da estufa a $105^{\circ}\text{C} \pm 3$ por 24h, com duas subamostras para cada repetição, conforme especificações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), e os resultados expressos em percentagem de base úmida.

3.4.2. Avaliação do dano mecânico

Para avaliação rápida do dano mecânico sofrido pelas sementes, foi utilizada a metodologia proposta por MARCOS FILHO et al. (1987), por meio do teste de coloração em tintura de iodo, que consistiu na utilização de duas subamostras de 50 sementes para cada repetição, imersas em solução de 4% de iodo, por cinco minutos. Em seguida, eliminou-se o excesso de solução e as sementes foram, então, distribuídas sobre folhas de papel-toalha para eliminação do excesso de água e para a avaliação visual dos danos, que foi facilitada pela reação da solução de iodo com o endosperma da semente (coloração escurecida). Os resultados foram expressos em percentagem de sementes danificadas.

3.4.3. Teste de germinação (TG)

Foram utilizadas três subamostras de 50 sementes para cada repetição. O substrato utilizado foi papel germitest umedecido com água destilada, utilizando-se volume equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. Os rolos foram colocados em germinador, regulado à temperatura de 25°C. As avaliações foram realizadas no 4º e no 7º dia, após a montagem do teste, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

3.4.4. Teste de primeira contagem (PC)

Obtida por meio do número de plântulas normais, determinado por ocasião da primeira contagem do teste de germinação (4º dia após a montagem) (BRASIL, 1992). Os resultados foram expressos em percentagem de plântulas normais.

3.4.5. Teste de envelhecimento acelerado (EA)

Realizado conforme metodologia descrita por MARCOS FILHO (1999), com três subamostras de 50 sementes para cada repetição, distribuídas em caixas tipo gerbox com tela e com 40 mL de água destilada, não ficando as sementes em contato com a água. Em seguida, as caixas foram mantidas em BOD, por 96 horas, à temperatura constante de 42°C, com umidade relativa próxima a 100%. Após esse período, foi montado o teste de germinação, segundo as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 1992), sendo a avaliação das plântulas normais realizada no 4º dia após a montagem.

3.4.6. Teste de frio modificado (FM)

Realizado segundo a metodologia descrita por BARROS et al. (1999), com três subamostras de 50 sementes, em rolos de papel umedecidos com água destilada (2,5 vezes o peso do papel). Após a montagem, os rolos foram colocados em sacos plásticos fechados com atilhos de borracha e mantidos em BOD regulada a 10°C, por sete dias. Após esse período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e transferidos para o germinador regulado a 25°C, sendo o número de plântulas normais registrado no 4º dia.

3.4.7. Teste de condutividade elétrica (CE)

Realizado segundo metodologia descrita por VIEIRA e KRZYZANOWSKI (1999). Foram contadas e pesadas três subamostras de 50 sementes, para cada repetição. As sementes foram colocadas em copos plásticos com 75mL de água destilada e mantidas em BOD com temperatura constante de 25°C, por 24 horas. Após esse período, procedeu-se à leitura por meio de condutivímetro portátil, sendo os resultados expressos em $\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$ de sementes.

3.5. Delineamento experimental e análise estatística

Para cada ambiente de armazenamento (UBS e câmara fria), foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 X 5 (dois tipos de debulhas e cinco tamanhos de sementes), com quatro repetições. As parcelas foram subdivididas no tempo (período inicial e 10 meses de armazenamento).

Os dados de dano mecânico, de germinação e de vigor foram submetidos à análise de variância pelo Teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ambos a 5% ou 1% de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Peso de 100 sementes e percentagem de retenção em peneiras

Após a classificação das sementes em tamanho, procedeu-se à pesagem de 100 sementes e às determinações das percentagens de sementes retidas em cada peneira. Os dados médios apresentam-se na Tabela 1. Pode-se verificar que, para essa variedade de milho-pipoca, a maior percentagem das sementes encontrava-se na classe de tamanho 14, seguida pela 13, 15 e sementes redondas retidas na peneira oblonga 12. As sementes de tamanho 16 constituíram apenas 10% do lote, daí a não utilização dessa classe, assim como da 17, nos testes para avaliação da qualidade fisiológica das sementes.

Tabela 1. Peso de 100 sementes e percentual de sementes de milho-pipoca, de acordo com o teste de retenção em peneiras

Peneiras	Peso de 100 sementes (g)	% de sementes retidas
Test.	11,36	-
Obl. 12	13,93	17,33
13	10,12	22,79
14	11,57	26,36
15	12,89	18,17
16	14,29	10,13
17	16,03	5,21

4.2. Avaliação do dano mecânico

Considerando que a danificação mecânica sofrida pela semente não altera durante o armazenamento, realizou-se a avaliação desta característica após a debulha. Os resultados da análise de variância, para o teste em tintura de iodo, são apresentados na Tabela 2. Houve efeito significativo, para o tipo de debulha, assim como para classe de peneiras, porém não houve interação entre os dois fatores, demonstrando que a classificação das sementes por tamanho não influenciou a suscetibilidade das sementes ao tipo de debulha (manual ou mecânica) e vice-versa.

Tabela 2. Resumo da análise de variância dos dados de dano mecânico em sementes de milho-pipoca, obtidos pelo teste em tintura de iodo

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados médios
Debulha (D)	1	84,10**
Peneira (P)	4	60,31**
D x P	4	10,66 n.s.
Resíduo	30	10,78
CV %	-	19,60

** significativo a 1% de probabilidade pelo Teste F;

n.s. não significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade.

As médias obtidas no teste de coloração em tintura de iodo são apresentadas na Tabela 3. Em geral, a debulha mecânica proporcionou maiores danos às sementes de milho-pipoca. Verificou-se, ainda, que as sementes que mais sofreram danificação mecânica foram a testemunha e as sementes retidas em peneiras oblongas 12, sendo que estas obtiveram resultado intermediário. As sementes que compunham a testemunha foram aquelas que não sofreram classificação, ou seja, neste tratamento estavam presentes tipos variados de sementes, tanto de forma quanto de tamanhos diferentes. Nele havia sementes relativamente grandes (peneiras 17 e 16), sementes pequenas (peneira 13) e, também, as chamadas sementes redondas (peneira oblonga 12). Tal fato, provavelmente, explica a maior danificação

sofrida nesse lote, pois, as sementes maiores são mais suscetíveis aos danos do que as sementes menores (peneiras 13, 14 e 15), segundo CARVALHO e NAKAGAWA (2000). Em relação ao formato das sementes, esses autores afirmam que as redondas caracterizam-se pela maior incidência de danos, o que pode causar morte da semente ou rachaduras no pericarpo, podendo matá-la ou reduzir-lhe o vigor, além de facilitar a infecção por patógenos e, como consequência, reduzir sua qualidade. Neste trabalho, foi possível verificar que sementes redondas (retidas na peneira oblonga 12) apresentaram, em média, percentagem relativamente maior de danos mecânicos do que as achatadas (retidas em peneiras redondas 13, 14 e 15), concordando com os resultados obtidos com sementes de milho comum por MENEZES et al. (1991); MARTINELLI et al. (1997) e MARTINELLI-SENEME et al. (2000).

Tabela 3. Resultados médios do teste em tintura de iodo (% de sementes danificadas), de acordo com os tipos de debulha e o tamanho das sementes de milho-pipoca

	Tipos de debulha				
	Manual			Mecânica	
Média	15,3 B			18,2 A	
	Peneiras				
	15	14	13	Obl.12	Test
Média	14,87 B	15,00 B	14,62 B	18,50 AB	20,75 A

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste F a 5% de probabilidade (tipo de debulha) e pelo teste de Tukey a 5% (peneiras).

4.3. Grau de umidade das sementes

Na Tabela 4 são apresentados os valores do grau de umidade das sementes, determinados por ocasião da debulha (início do armazenamento) e aos dez meses de armazenamento, em UBS e câmara fria.

Tabela 4. Grau de umidade das sementes de milho-pipoca (% b.u.) de acordo com a peneira, no início e aos 10 meses de armazenamento em UBS e em câmara fria (CF)

Peneiras	Período de armazenamento (meses)		
	0	10	
		UBS	CF
15	11,5	12,7	12,1
14	11,2	12,8	12,2
13	11,4	12,6	12,3
Obl. 12	11,4	12,8	12,4
Test	11,2	12,5	12,2

Os resultados mostraram que a umidade, no início do armazenamento, estava em torno de 11%; após 10 meses, não houve grande variação, independentemente do ambiente, tendo as sementes apresentado umidade em torno dos 12%. A câmara fria apresentou temperatura e umidade relativa em torno de $10^{\circ}\text{C} \pm 2$ e $75\% \pm 5$, respectivamente, e as condições médias na UBS (Figuras 2 e 3 e Tabela 5) foram de, aproximadamente, 22°C e 70% de U.R.

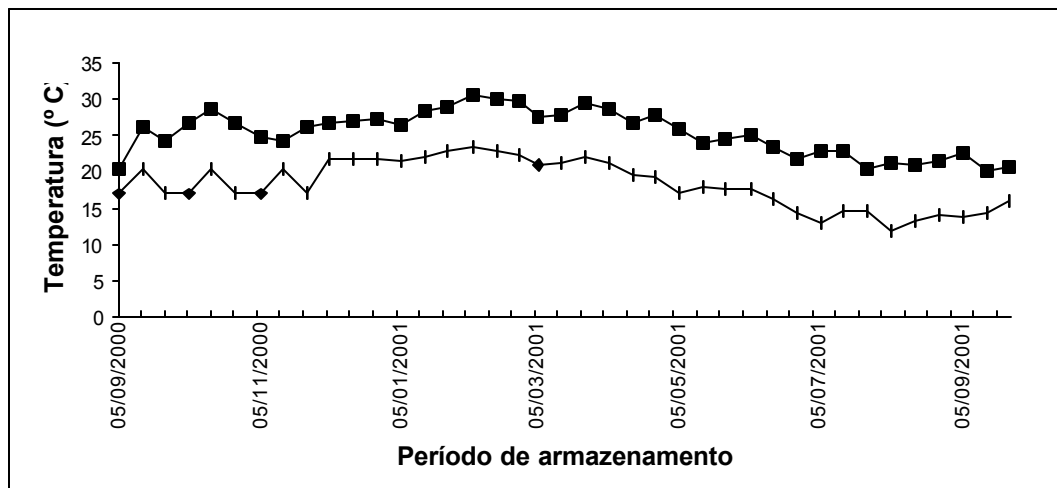


Figura 2. Dados em decêndios de temperatura máxima e mínima, registrados no interior da Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) do DFT/UFV, durante o período de armazenamento das sementes de milho-pipoca.

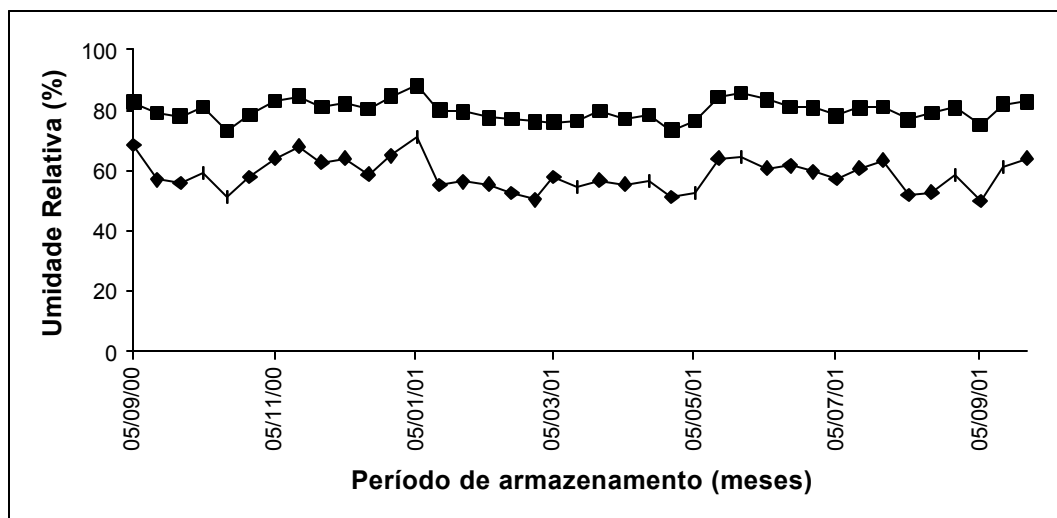


Figura 3. Dados em decêndios de umidade relativa do ar máxima e mínima, registrados no interior da Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) do DFT/UFV, durante o período de armazenamento das sementes de milho-pipoca.

Tabela 5. Médias mensais de temperatura (°C) e umidade relativa (%), registradas no interior da Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS) da Universidade Federal de Viçosa, durante o período de armazenamento das sementes de milho-pipoca

Mês / ano	Temperatura		Umidade Relativa	
	Mínima	Máxima	Mínima	Máxima
Outubro/00	16	24	61	82
Novembro/00	20	25	65	83
Dezembro/00	22	27	63	82
Janeiro/01	22	28	61	82
Fevereiro/01	23	30	53	77
Março/01	22	28	56	77
Abril/01	19	26	51	71
Mai/01	18	25	61	82
Junho/01	16	24	61	82
Julho/01	14	22	61	80
Agosto/01	13	21	55	79

4.4. Qualidade fisiológica das sementes armazenadas na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS)

4.4.1. Germinação

Analisando a significância das fontes de variação, pelo Teste F a 5% ou 1% de probabilidade (Tabela 6), verifica-se que somente se justifica a apresentação dos resultados médios de germinação relativos ao efeito geral de peneira e da interação debulha x período de armazenamento.

Foi utilizado debulhador estacionário com velocidade do cilindro debulhador em torno de 250 rpm, considerada baixa rotação, para causar danos em sementes de milho comum. Diversos autores citam que as velocidades recomendáveis para milho são 500, 600 e até 700 rpm, dependendo ainda da umidade das sementes. MANTOVANI (1985) recomendou, de acordo com a umidade, a velocidade de 400 a 700 rpm para prevenir contra as danificações mecânicas na debulha do milho comum.

ARAÚJO et al. (1999) relatam que o efeito dos danos mecânicos sobre a germinação de sementes de milho comum foi mais prejudicial, quando elas foram colhidas com maior teor de umidade (18-19%) e quando utilizou-se maior velocidade do cilindro debulhador da colhedora (755 rpm).

No caso do milho-pipoca, as sementes podem ser mais sensíveis ao dano mecânico. Não só as sementes, como também os grãos, não podem estar sujeitos a danificação. RUFFATO (1998) cita que, de acordo com a literatura, as fissuras no pericarpo das sementes aumentam, consideravelmente, em velocidades entre 350 e 600 rpm do cilindro debulhador; as rachaduras internas mostram acréscimo quando se usam velocidades acima de 450 rpm; apesar de não prejudicarem a germinação, esses danos podem afetar o vigor.

Tabela 6. Resumo da análise de variância dos dados dos testes de germinação (G), primeira contagem (PC), envelhecimento acelerado (EA), frio modificado (FM) e condutividade elétrica (CE), obtidos para sementes de milho-pipoca armazenadas em UBS

Fontes de Variação	G.L.	Quadrados médios				
		G	PC	EA	FM	CE
Debulha (D)	1	880,02**	984,74**	947,86*	14,45 n.s.	3,13 n.s.
Peneira (P)	4	60,24**	213,57**	302,73 n.s.	42,82 n.s.	51,31**
D x P	4	17,98 n.s.	10,52 n.s.	20,84 n.s.	13,21 n.s.	10,63 n.s.
Resíduo (a)	30	10,16	28,61	162,45	45,55	5,22
Período de armazenamento (A)	1	21,35 n.s.	523,62**	1736,22**	5194,83**	11,17 n.s.
D x A	1	128,35**	579,66**	645,99*	4653,97**	31,42**
P x A	4	22,45 n.s.	16,39 n.s.	74,45 n.s.	36,33 n.s.	8,86 n.s.
D x P x A	4	3,17 n.s.	12,84 n.s.	94,00 n.s.	12,02 n.s.	2,78 n.s.
Resíduo (b)	30	16,47	24,22	109,60	47,63	3,25
CV parcela (%)	-	3,74	7,32	28,06	9,50	10,23
CV subparcela (%)	-	4,76	6,73	23,05	9,72	8,07
QMR (comb)	-	13,31	26,41	136,02	46,59	4,24
GLR (comb)	-	56	59	57	59	56

*, ** significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente;

n.s. não significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade.

Em relação ao tamanho, as sementes que apresentaram maior percentagem de germinação foram as achatadas, retidas em peneira 14, que não diferiram estatisticamente da 15 e da 13; a testemunha apresentou resultado inferior às melhores, porém não diferindo estatisticamente da 13 e da 15; resultados inferiores foram obtidos pelas sementes retidas em peneira oblonga 12 (sementes arredondadas) (Tabela 7). Estes resultados concordam com os encontrados por MARTINELLI-SENEME et al. (2000) que não verificaram influência do tamanho sobre a qualidade das sementes achatadas, em milho comum.

Tabela 7. Germinação (%) de sementes de milho-pipoca, de acordo com o tamanho das sementes armazenadas em UBS

Peneiras	15	14	13	Obl. 12	Test
Médias	86,33AB	87,08A	86,25AB	82,79C	83,37BC

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Segundo CARVALHO e NAKAGAWA (2000), sementes de maior tamanho ou de maior densidade, possuem, normalmente, embriões bem formados e com maior quantidade de reservas, apresentando potencial germinativo superior. Trabalhos conduzidos com sementes de milho, classificadas em peneiras de crivo circulares, demonstraram que sementes maiores apresentaram maior percentual de germinação (SHIEH e MCDONALD, 1982; MENEZES et al., 1991).

Com relação à forma da semente, SHIEH e MCDONALD (1982) verificaram que as sementes achatadas foram superiores às redondas quanto à germinação, concordando com os resultados encontrados, no presente trabalho. Isso pode ser explicado pelo fato de as sementes achatadas terem sofrido, relativamente, menos danos do que as sementes redondas (Tabela 3), obtendo, portanto, melhor desempenho germinativo.

De acordo com a Tabela 7, a classificação das sementes por meio de peneiras é justificável, visto que as sementes achatadas 13, 14 e 15 obtiveram melhor poder germinativo em relação à testemunha, ficando esses valores acima de 85% de germinação, o que é o mínimo aceitável comercialmente, no

Estado de Minas Gerais, para sementes básica e fiscalizada de milho comum, tendo, este teste, a validade de 10 meses.

Tabela 8. Germinação (%) de sementes de milho-pipoca, de acordo com os tipos de debulha e o período de armazenamento em UBS

Tipos de debulha	Período de armazenamento (meses)	
	0	10
Manual	90,27 Aa	86,70 Ba
Mecânica	81,10 Ab	82,60 Ab

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste F a 5%.

Na Tabela 8, observa-se que as sementes debulhadas manualmente atingiram maior percentagem de germinação, no início e aos 10 meses de armazenamento, em relação às debulhadas mecanicamente.

As sementes debulhadas manualmente, armazenadas na UBS, mantiveram a germinação acima de 85% após 10 meses; apesar da diferença estatística para debulha manual, acredita-se ter ocorrido algum problema não identificado no teste de germinação, que provocou este ligeiro decréscimo na germinação, após o armazenamento. Por outro lado, as sementes debulhadas mecanicamente obtiveram valores de germinação inferiores a 85%.

4.4.2. Vigor

Pela análise de variância dos dados dos testes de primeira contagem, envelhecimento acelerado, frio modificado e condutividade elétrica (Tabela 6), justifica-se a apresentação dos resultados médios de vigor relativos aos seguintes efeitos, para os respectivos testes: efeito geral de peneira (testes de primeira contagem e condutividade elétrica) e da interação debulha x período de armazenamento (testes de primeira contagem, envelhecimento acelerado, frio modificado e condutividade elétrica).

Tabela 9. Vigor de sementes de milho-pipoca pelos testes de primeira contagem (PC) e condutividade elétrica (CE), de acordo com o tamanho das sementes armazenadas em UBS

Peneiras	PC (%)	CE (μ S/cm/g)
15	75,87 ab	19,45 a
14	77,99 a	21,70 ab
13	70,46 bc	23,61 b
Obl. 12	71,67 bc	23,44 b
Test	69,54 c	23,45 b

* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%, para cada teste.

A Tabela 9 apresenta os resultados médios do vigor das sementes de acordo com o tamanho. De acordo com o teste de primeira contagem, as sementes achatadas, retidas na peneira 14 e 15, foram as que obtiveram melhor vigor, enquanto as retidas, em peneiras oblongas 12 (redondas) e as achatadas retidas na peneira 13 obtiveram desempenho intermediário. As que tiveram o pior desempenho foram as da testemunha. Este fato mostra que as sementes maiores foram as melhores. Conforme relatado por CARVALHO e NAKAGAWA (2000), as sementes de maior tamanho possuem mais reservas e são potencialmente mais vigorosas. MENEZES et al. (1991), estudando a influência do tamanho e da forma de sementes de milho, observaram, também, que as sementes maiores apresentaram maior vigor em relação às demais. MARTINELLI-SENEME et al. (2000), estudando sementes de milho, verificaram que sementes achatadas são mais vigorosas do que as redondas.

As sementes da testemunha foram as menos vigorosas, provavelmente, pelo fato de terem sido as mais prejudicadas pelo dano mecânico (Tabela 3), devido a presença das sementes de tamanho 17 e 16, maiores e mais sujeitas a danificação mecânica; as sementes retidas na peneira 13 também obtiveram pior desempenho, provavelmente, por possuírem menos reservas. As sementes redondas, retidas em peneira oblonga 12, tiveram desempenho relativamente bom, pois, apesar de terem sofrido mais com o dano mecânico, eram sementes grandes e, portanto, possuíam mais reservas.

O teste de condutividade elétrica mostrou superioridade das sementes da peneira 15 e peneira 14, não tendo estas, entretanto, diferenciado significativamente das sementes de tamanho 13, das redondas 12 e da testemunha, que tiveram menor vigor. O resultado do teste de condutividade elétrica indica o quanto há de lixiviação de solutos pela semente, e esse valor pode estar relacionado ao grau de injúria sofrido pela semente, ou seja, quanto maior o valor de condutividade elétrica, menor o vigor. Conseqüentemente, as sementes da testemunha e as redondas retidas em peneira 12 obtiveram menor vigor por terem sido mais danificadas, conforme descrito anteriormente.

O teste de frio modificado, apesar de não mostrar efeito significativo, seguiu a mesma tendência do teste de primeira contagem, ficando o resultado médio de germinação em torno de 71%. O teste de envelhecimento acelerado também não evidenciou diferença significativa entre as peneiras, ficando a média em torno de 45% de germinação.

Todos os testes mostraram efeito da interação entre o tipo de debulha e o período de armazenamento sobre o vigor das sementes, no sentido que as sementes debulhadas manualmente foram superiores às debulhadas mecanicamente no início do armazenamento (Tabela 10). Entretanto, aos 10 meses de armazenamento, não foi verificado efeito prejudicial da debulha mecânica, confirmando apenas o efeito imediato da debulha sobre o vigor das sementes.

Em geral, deve-se levar em conta que, na impossibilidade de ambiente controlado, o armazenamento pelo período de 10 meses, em condições ambientais como as de Viçosa, mantém a germinação das sementes de milho-pipoca, prejudicando, porém, seu vigor.

Tabela 10. Vigor de sementes de milho-pipoca pelos testes de primeira contagem (%), envelhecimento acelerado (%), frio modificado (%) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$), de acordo com os tipos de debulha e o período de armazenamento em UBS

Tipos de debulha	Período de armazenamento (meses)	
	0	10
Primeira contagem		
Manual	81,87 Aa	71,37 Ba
Mecânica	69,47 Ab	69,73 Aa
Envelhecimento acelerado		
Manual	49,47 Aa	34,47 Bb
Mecânica	50,67 Aa	47,03 Aa
Frio modificado		
Manual	81,90 Aa	60,97 Ba
Mecânica	76,23 Ab	64,93 Ba
Condutividade elétrica		
Manual	21,13 Aa	23,13 Ba
Mecânica	22,78 Ab	22,27 Aa

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste F a 5%, para cada teste.

4.5. Qualidade fisiológica das sementes armazenadas em câmara fria

4.5.1. Germinação

Analisando a Tabela 11, verifica-se, de acordo com as significâncias das fontes de variações, pelo Teste F a 5% ou a 1% de probabilidade, que somente justifica-se a apresentação dos resultados médios de germinação relativos ao efeito geral de debulha e efeito geral de peneiras.

Tabela 11. Resumo da análise de variância dos dados dos testes de germinação (G), primeira contagem (PC), envelhecimento acelerado (EA) e frio modificado (FM), obtidos para sementes de milho-pipoca armazenadas em câmara fria

FV	G.L.	Quadrados médios			
		G	PC	EA	FM
Debulha (D)	1	1490,75**	3025,68**	156,80 n.s.	496,66**
Peneira (P)	4	41,82**	235,06**	278,24 n.s.	19,23 n.s.
D x P	4	13,33 n.s.	35,89 n.s.	38,24 n.s.	31,60 n.s.
Resíduo (a)	30	9,37	22,74	119,70	15,80
Período de armazenamento (A)	1	27,19 n.s.	60,08*	5335,01**	0,45 n.s.
D x A	1	5,69 n.s.	0,203 n.s.	320,16*	9,34 n.s.
P x A	4	11,24 n.s.	10,75 n.s.	40,44 n.s.	21,21 n.s.
D x P x A	4	5,17 n.s.	1,72 n.s.	31,55 n.s.	5,19 n.s.
Resíduo (b)	30	10,49	10,98	76,11	16,48
CV parcela (%)	-	3,56	6,23	18,79	5,03
CV subparcela (%)	-	3,75	4,33	14,98	5,14
QMR (comb)	-	9,93	16,86	97,90	16,14
GLR (comb)	-	59	53	57	59

*, ** significativo a 5% e a 1% de probabilidade pelo Teste F, respectivamente;

n.s. não significativo pelo Teste F, a 5% de probabilidade.

Tabela 12. Germinação (%) de sementes de milho-pipoca, de acordo com os tipos de debulha e o tamanho das sementes armazenadas em câmara fria

Tipos de debulha					
	Manual			Mecânica	
Média	90,58 A			81,95 B	
Peneiras					
	15	14	13	Obl. 12	Test
Média	87,21 AB	88,50 A	86,08 AB	84,58 B	84,96 B

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo Teste F a 5% de probabilidade (tipos de debulha); e pelo teste de Tukey a 5% (peneiras).

Verificou-se que a debulha mecânica foi prejudicial à germinação das sementes (Tabela 12), resultados estes que concordam com os encontrados por BORBA et al. (1995) em sementes de milho comum.

As sementes maiores e achatadas foram as melhores, enquanto as que obtiveram pior desempenho foram as da testemunha e a classe das sementes redondas, retidas na peneira oblonga 12 (Tabela 12), resultados estes semelhantes ao verificado no armazenamento em UBS, novamente confirmando os resultados de outros autores (SHIEH e MCDONALD, 1982; MENEZES et al., 1991 e CARVALHO e NAKAGAWA, 2000). Além disso, de acordo com a avaliação do dano mecânico (Tabela 3), essas sementes sofreram mais danos em relação às achatadas.

Em relação ao período de armazenamento, verificou-se que as sementes podem manter o poder germinativo, após 10 meses de armazenamento em câmara fria, tendo apresentado, em média, 86% de germinação. FREITAS (1992), trabalhando com sementes de milho armazenadas em diferentes ambientes, verificou que as sementes armazenadas em câmara fria foram as que melhor conservaram a germinação, após 12 meses de armazenamento.

4.5.2. Vigor

Pela análise de variância dos dados (Tabela 11), justifica-se a apresentação dos resultados médios de vigor relativos aos seguintes efeitos, para os respectivos testes: efeitos gerais de debulha, peneira e período de armazenamento (teste de primeira contagem); efeito da interação debulha x período de armazenamento (envelhecimento acelerado); e efeito geral da debulha (teste de frio modificado). Para o teste de condutividade elétrica, os dados foram analisados apenas de maneira descritiva, pois, não atenderam as pressuposições da ANOVA, nem após sua transformação.

De acordo com os testes de primeira contagem e frio modificado (Tabela 13), observou-se efeito prejudicial da debulha mecânica sobre o vigor das sementes, novamente confirmando a necessidade de maiores cuidados com as sementes de milho-pipoca, mesmo quando a rotação utilizada no

cilindro debulhador for relativamente baixa. O teste de condutividade elétrica mostrou a mesma tendência dos outros dois testes, ou seja, as sementes debulhadas mecanicamente apresentaram menor vigor em relação às debulhadas manualmente.

Tabela 13. Vigor de sementes de milho-pipoca pelos testes de primeira contagem (%), frio modificado (%) e condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$), de acordo com os tipos de debulha e o período de armazenamento em câmara fria

Primeira contagem		
Tipos de debulha		
	Manual	Mecânica
Média	82,68 A	70,38 B
Período de Armazenamento (meses)		
	0	10
Média	75,67 B	77,40 A
Frio modificado		
Tipos de debulha		
	Manual	Mecânica
Média	81,48 A	76,50 B
Condutividade elétrica ¹		
Tipos de debulha		
	Manual	Mecânica
Média	19,45	21,91
Período de Armazenamento (meses)		
	0	10
Média	21,96	19,41

* Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo Teste F a 5%, para cada teste.

¹ valores não submetidos à análise de variância

Quanto ao tamanho das sementes, somente o teste de primeira contagem detectou diferença entre as peneiras. As sementes achatadas 14 e 15 foram as que obtiveram melhor vigor, seguidas das sementes redondas retidas na peneira oblonga 12, que obtiveram resultado intermediário, quando comparadas com a testemunha e com as retidas na peneira 13 (Tabela 14).

Estes resultados voltam a confirmar o fato de as sementes maiores serem mais vigorosas, conforme dito por CARVALHO e NAKAGAWA (2000).

Tabela 14. Vigor (%) de sementes de milho-pipoca pelo teste de primeira contagem, de acordo com o tamanho das sementes armazenadas em câmara fria

Peneiras	15	14	13	Obl. 12	Test
Médias	80,42 A	80,62 A	72,87 B	75,83 AB	72,92 B

* Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Os testes de frio modificado, envelhecimento acelerado e condutividade elétrica não detectaram efeito do tamanho das sementes sobre o vigor, apresentando resultados médios de 78,99%, 58,23% e 20,68 $\mu\text{S/cm/g}$, respectivamente.

De acordo com o teste de primeira contagem (Tabela 13), não foi observado efeito prejudicial do período de armazenamento sobre o vigor das sementes, ou seja, a câmara fria foi eficiente na conservação do vigor após dez meses de armazenamento. Este fato concorda com resultados encontrados por FREITAS (1992), que trabalhou com sementes de milho comum. O autor verificou que as sementes armazenadas em câmara fria conservam-se melhor do que as armazenadas em ambiente não-controlado. Isso ocorreu, possivelmente, devido às condições de temperatura baixa, que diminui o metabolismo das sementes, evitando a rápida deterioração.

O teste de envelhecimento acelerado foi o único a evidenciar efeito significativo para a interação debulha x período de armazenamento sobre o vigor das sementes, porém houve algum problema não-identificado no teste, no início do armazenamento, dando um resultado inferior aos resultados obtidos aos dez meses de armazenamento. Os resultados médios são apresentados na Tabela 15.

Tabela 15. Vigor (%) de sementes de milho-pipoca pelo teste de envelhecimento acelerado, de acordo com os tipos de debulha e o período de armazenamento em câmara fria

Tipos de debulha	Período de armazenamento (meses)	
	0	10
Manual	49,47 Ba	69,80 Aa
Mecânica	50,67 Ba	62,99 Ab

* Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste F a 5%.

5. RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho foi desenvolvido no campo experimental “Prof. Diogo Alves de Mello”, na Unidade de Beneficiamento de Sementes, na câmara fria e no Laboratório de Pesquisa de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa-MG, onde as sementes foram obtidas, armazenadas e analisadas, respectivamente.

Foram utilizadas sementes de milho-pipoca da variedade DFT 2 (ciclo de seleção 1), com umidade inicial de 12% (b.u.), debulhadas manual e mecanicamente em debulhador estacionário com rotação do cilindro de, aproximadamente, 250 rpm. As sementes foram classificadas segundo o tamanho, utilizando-se peneiras de crivos redondos e oblongos. Os tratamentos utilizados foram: sementes retidas em peneira de crivo oblongo nº 12/64 x 3/4”; sementes retidas em peneiras de crivos redondos de nº 13, nº 14 e nº 15/64”; e a testemunha (lote original, sem classificação). As sementes foram armazenadas em UBS (Unidade de Beneficiamento de Sementes – Viçosa) e em câmara fria ($10^{\circ}\text{C} \pm 2$ e $75\% \pm 5\%$ de U.R.).

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada, no início e aos 10 meses de armazenamento, bem como a determinação do grau de umidade. O dano mecânico foi determinado pelo teste em tintura de iodo a 4%, no início do armazenamento. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ambos a 5% ou 1%.

A análise dos dados e a interpretação dos resultados obtidos, nas condições do presente trabalho, permitiram concluir que:

1. As sementes maiores de milho-pipoca (peneiras 15 e 14) apresentaram maiores valores de germinação e vigor;
2. A debulha mecânica de sementes de milho-pipoca com 12% de umidade, utilizando-se o cilindro debulhador à velocidade de 250 rpm, tem efeito prejudicial sobre a qualidade das sementes;
3. As sementes de milho-pipoca mantêm a qualidade fisiológica, durante 10 meses, quando armazenadas a $10^{\circ}\text{C} \pm 2$ e $75\% \pm 5$ de U.R.; entretanto, seu vigor é reduzido, quando armazenadas em condições não-controladas de armazém, em Viçosa;
4. Os efeitos da debulha e da condição de armazenamento, na germinação e no vigor, não dependem do tamanho das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, R. V.; ANDREOLI, C.; BORBA, C. S.; AZEVEDO, J. T.; MARTINS-NETTO, D. A.; OLIVEIRA, A. C. Influência do tamanho e da forma da semente de dois híbridos de milho na qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 20, n. 1, p. 367-371, 1998.
- ARAÚJO, R. F.; ARAÚJO, E. F.; SILVA, R. F. O teste de tetrazólio em camada de aleurona na avaliação da qualidade de sementes de milho danificadas durante a colheita e durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n.1, p. 104-109, 2000.
- ARAÚJO, R. F.; SILVA, R. F.; ARAÚJO, E. F.; REIS, M. S.; CARDOSO, A. A.; MANTOVANI, E. C. Efeito da colheita mecanizada na germinação de sementes de milho. **Revista Brasileira de Armazenamento**, Viçosa, v.24, n.2, p.48-55, 1999.
- BARROS, A. S. R.; DIAS, M. C. L. L.; CÍCERO, S. M. e KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de Frio. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 5, 1999.

- BASRA, A. S. **Seed quality: basic mechanisms and agricultural implications**. New York: Food Products Press, 1994. 389p.
- BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds physiology of development and germination**. 3.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.
- BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T.; OLIVEIRA, A. C. Efeito da debulha mecânica na qualidade de sementes de milho (*Zea mays* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.16, n.1, p.68-70, 1994.
- BORBA, C. S.; ANDRADE, R. V.; AZEVEDO, J. T.; OLIVEIRA, A. C. Qualidade de sementes de milho debulhadas com diferentes teores de umidade e fluxos de alimentação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p. 9-12, 1995.
- BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília, 1992. 365p.
- BRUGGINK, H.; URARK, H. L.; DIJKEMA, M. H. G. F.; BEKENDAM, J. Some factors influencing electrolyte from maize (*Zea mays* L.) kernels. **Seed Science Research**, Zurich, v.1, n.1, p. 15-20, 1991.
- CAMERON, S. W.; VAN MOREN, A.; COLE JUNIOR. Seed size in relation to plant growth and time of ear maturity of hybrid sweet corn in a winter planting area. **Proceeding of American Society for Horticultural Science**, New York, v. 80, p. 481-487, 1962.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4ª ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.
- CARVALHO, N. M.; SPINA, I. A. T.; CAMARGO, A. M. F. X. Relações entre o tamanho e o potencial de armazenamento das sementes em duas cultivares de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.2, n.3, p.35-44, 1980.

DELOUCHE, J. Mechanical damage to seed. In: SHORT COURSE FOR SEEDSMEN, Mississippi Statem, 1967. **Proceedings**. Mississippi State University, p. 65-71, 1967.

FREITAS, G. B. **Influência das condições de armazenamento na conservação de três lotes de sementes de milho (*Zea mays* L.)**. Viçosa-MG, UFV, 1992. 76p (Dissertação de Mestrado).

GAMA, E. E. G.; MAGNAVACA, R.; SILVA, J. B.; SANS, L. M. A.; VIANA, P. A.; PARENTONI, S. N.; PACHECO, C. A. P.; CORREA, L. A.; FERNANDES, F. T. Milho-pipoca. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.14, n. 165, p.8-12, 1990.

HAIG, D.; WESTOBY, M. Seed size, pollination casts and angiosperm success. **Evolutionary Ecology**, London, v.5, p. 231-247, 1991.

HALL, E. G.; JOHNSON, W. H. Kernel crackage induced by mechanical shelling. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.13, n. 1, p. 51-55, 1970.

HARRINGTON, J. F. Seed Storage and longevity. In: Kozłowski, T. T. **Seed Biology**. New York: Academic Press, v.3, p.145-245, 1972.

HOSENEY, R. C.; ZELEZNAK, K.; ABDELRAHMAN, A. Mechanism of popcorn popping. **Journal of Cereal Science**, v.1, p.43-52, 1983.

LIMA, R. M. Efeito do tamanho das sementes sobre alguns atributos fisiológicos e agronômicos. **Anuário Abrasem**. Brasília, 1996. p. 39-43.

MACHADO, P. F. **Efeitos das condições de colheita e secagem sobre a capacidade de expansão de milho-pipoca**. Viçosa-MG, UFV, 1997. 41p. (Dissertação de Mestrado).

MANTOVANI, E. C. A colheita mecânica do milho. **Raízes**, São Paulo, v. 10, n.113, p.18-20, 1985.

MARCOS FILHO, J. Teste de Envelhecimento Acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 3, 1999.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba, FEALQ, 1987. 230p.

MARINCEK, A. **Qualidade de sementes de milho produzidas sob diferentes sistemas de manejo no campo e em pós-colheita**. Lavras – MG, UFLA, 2000. 105p (Dissertação de Mestrado).

MARTINELLI, A.; ZANOTTO, M.D.; NAKAGAWA, J. Avaliação da qualidade de sementes redondas de milho, cultivar AL-34, descartadas no beneficiamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 10, Foz do Iguaçu, ago. 1997. **Informativo ABRATES**, Curitiba, v.7, n. 1/2, p. 169, 1997.

MARTINELLI-SENEME, A.; ZANOTTO, M. D.; NAKAGAWA, J. Efeito da forma e do tamanho da semente na produtividade do milho cultivar AL-34. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, n. 1, p. 232-238, 2000.

MARTINELLI-SENEME, A.; ZANOTTO, M. D.; NAKAGAWA, J. Efeitos da forma e do tamanho na qualidade de sementes de milho, cultivar AL-34. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n. 1, p. 40-47, 2001.

MENEZES, D.; GOMES, A. C. S.; GUIMARÃES, R. M. Influência do tamanho da semente de milho (*Zea mays* L.) na sua qualidade fisiológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 7, campo Grande, 1991. **Informativo ABRATES**, Londrina, v.1, n.4, p.36, 1991.

NASCIMENTO, W. M.; BOITEUX, L. S. Influência do grau de umidade do grão na capacidade de expansão de milho-pipoca. **Horticultura Brasileira**, v. 12, n.2, p. 179-180, 1994.

- OLIVEIRA, J. A., CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. G. G. C.; VONPINHO, E. V. R. Efeito do método de colheita na qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.19, n.2, p.201-207, 1997.
- PACHECO, C. A. P.; CASTOLDI, F. L.; ALVARENGA, E. M. Efeito do dano mecânico na qualidade fisiológica e na capacidade de expansão de sementes de milho-pipoca. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.18, n.2, p.267-270, 1996.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. Brasília: AGIPLAN, 2ª ed., 1985. 289 p.
- PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1989. 603p.
- RUFFATO, S. **Qualidade do milho-pipoca em função das condições de colheita, secagem e período de armazenamento**. Viçosa-MG, UFV, 1998. 68p (Dissertação de Mestrado).
- SADER, R.; CHALITA, C.; TEIXEIRA, L. G. Influência do tamanho e do beneficiamento na injúria mecânica de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.13, n.1, p.45-51, 1991.
- SANTOS, J. P.; MANTOVANI, E. C. **Perdas de grãos na cultura do milho; pré-colheita, colheita, transporte e armazenamento**. Sete Lagoas, EMBRAPA/CNPMS, 1997. 40p (Circular Técnica, 24).
- SCOTTI, C. A.; KRZYZANOWSKI, F. C. Influência do tamanho da semente sobre a germinação e vigor em milho. **Boletim Técnico Agrônomo do Paraná**, Londrina, v.5, p. 1-10, 1977.
- SCOTTI, C.A.; SILVEIRA, J.F. Tamanho da semente em relação ao comportamento do milho (*Zea mays* L.). **Boletim Técnico Agrônomo do Paraná**, Londrina, v.4, p.1-12, 1977.

- SHIEH, W. J.; MCDONALD, M.B. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 10, n.2, p. 307-313, 1982.
- SILVA, W. R.; MARCOS FILHO, J. Influência do peso e do tamanho das sementes de milho sobre o desempenho no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.16, n.12, p. 1743-1750, 1982.
- SINGB, B. B. Breeding soybean varieties for the tropics. In: GOODMAN, R.M. (ed.) **Expanding the use of soybean**. Intsoy, 1976. p. 11-17.
- VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Eds.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Comitê de Vigor de Sementes. Londrina: ABRATES, 1999. Cap. 4, 1999.
- VON PINHO, E. V. R.; SILVEIRA, M. G. G. C.; FRAGA, A. C. Influência do tamanho e do tratamento de sementes de milho na preservação da qualidade durante o armazenamento e posterior comportamento no campo. **Ciência e Prática**, Lavras, v.19, n. 1, p. 30-36, 1995.
- ZIEGLER, K. E.; ASHMAN, B. Popcorn. In: HALLAUER, A. R., (ed.). **Specialty corns**. Iowa: CRC Press, p. 189-223, 1994.
- ZINSLY, J. R.; MACHADO, J. A. Milho-pipoca. In: PATERNIANI, E.; VIÉGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho no Brasil**. Piracicaba/ESALQ, 1978. p. 339-347, 1987.